

中国电力建设企业协会 主编

中国电力建设 科技成果专辑

(2010年度) (上册)



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

中国电力建设 科技成果专辑

(2010年度) (上册)

中国电力建设企业协会 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

依据《中国电力建设科学技术成果奖评选办法》，中国电力建设专家委员会对2010年度申报的174项科技成果进行评审并经中国电力建设企业协会审核批准，共评选了156项电力建设科学技术成果，分为一、二、三等奖，其中一等奖15项，二等奖65项，三等奖76项。本书介绍了每项获奖科技成果的成果名称，完成单位，主要完成人员，成果的主要用途、技术原理，关键技术和创新点，与国内外已有同类先进技术的对比情况，已应用、推广情况及推广前景，经济及社会效益情况，相关图及照片。

本书可供各级发电、电网公司及相关科研单位、设计院、电建公司等单位及相关专业技术人员使用，以扩大成果应用面，推进新技术应用。

图书在版编目(CIP)数据

中国电力建设科技成果专辑. 2010年度. 上 / 中国电力建设企业协会主编. —北京: 中国电力出版社, 2010.12

ISBN 978-7-5123-1216-6

I. ①中… II. ①中… III. ①电力工程—科技成果—中国—2010 IV. ①TM7

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第249743号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011年1月第一版 2011年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 49印张 1156千字

印数 0001—1500册 定价 120.00元(上、下册)

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

本书编委会

主 任 尤 京

副 主 任 陈景山 范幼林

编 委 陈发宇 高德荣 李鹏庆 赵祝人 金 麟

张孝谦 张所庆 周德福 韩英明 蔡新华

王兴军 贾志广 李仲秋 崔育奎 刘文鑫

李云浩 梁丙海 顾祥祈 李润林 宗敦峰

江小兵 郑桂斌 石玉成 陈秀菊 冯忠沛

孟玥玲 孙东海 万 薇 李 婧

关于表彰 2010 年度 中国电力建设科学技术成果奖的通知

(中电建协 [2010] 38 号)

各有关单位:

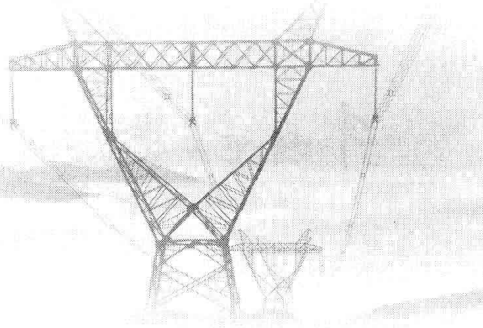
为贯彻落实科学发展观,鼓励电力建设企业技术创新,依据《中国电力建设科学技术成果奖评选办法》(中电建协 [2007] 47 号)的规定,由中国电力建设专家委员会对 2010 年度电力建设科技成果申报项目 174 项进行评审并经中电建协审核批准,现决定授予中国水利水电第四工程局有限公司“高寒地区高拱坝冬季施工综合技术研究与应用”等 15 项成果中国电力建设科学技术成果奖一等奖;授予河南第一火电建设公司“WB36 钢焊接性及国产焊材 KJ36 的应用研究”等 65 项成果中国电力建设科学技术成果奖二等奖;授予青海送变电工程公司“750kV 电抗器抗振动技术的研究”等 76 项成果中国电力建设科学技术成果奖三等奖(获奖名单详见附件 1,可登陆中电建协 www.cepca.org.cn 点击“通知公告”栏下载)。

建议获奖单位参照相关省、部、行业级奖励规定,对获奖科技成果有贡献的人员给予适当奖励。

附件 1: 2010 年度中国电力建设科学技术成果奖获奖名单(略)

中国电力建设企业协会(印)

二〇一〇年五月二十七日



前 言

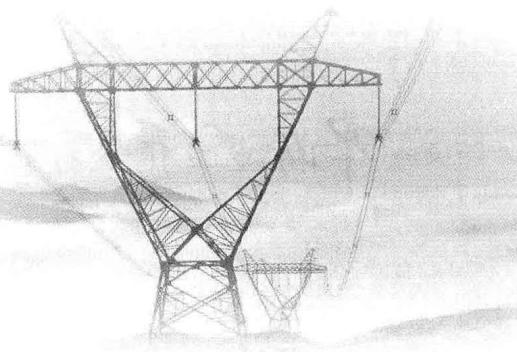
为促进新设备、新工艺、新材料、新技术在电力建设应用中发挥更大的作用，鼓励电力建设企业积极创新，提高电力建设行业自主创新能力，中国电力建设企业协会组织中国电力建设专家委员会对 2010 年度中国电力建设科技成果进行了评选。共评出一等奖 15 项（其中《电力建设低碳技术》已单独出版，书号：ISBN 978-7-5123-0225-9）、二等奖 65 项（其中 Q/CSG11105—2008《南方电网工程施工工艺控制规范》已单独出版，书号：155083·2083～2086）、三等奖 76 项（其中《±800kV 直流输电工程定额与费用计算标准》已单独出版，书号：155083·2088～2094 和 155083·2106）。

为了更好地推广应用这些优秀科技成果，现将 2010 年度中国电力建设科技成果奖项汇成专辑出版发行，希望能为科技资源提供共享平台，促进创新经验的交流，为电力建设科技进步创造学习和借鉴的机会。成果的所有资料由企业自行提供，仅供参考。

由于水平有限，疏漏与不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

中国电力建设企业协会

2010 年 12 月



目 录

关于表彰 2010 年度中国电力建设科学技术成果奖的通知
前言

上 册

一 等 奖

高寒地区高拱坝冬季施工综合技术研究与应用	3
变顶高尾水隧洞施工技术研究	12
构皮滩双曲拱坝快速施工成套技术	17
电力建设低碳技术	20
上海世博电力隧道建设关键技术	21
海水循环冷却水处理系统运行研究和应用	35
现场总线在 1000MW 机组脱硫系统中的应用和研究	37
上海漕泾电厂工程 (2×1000MW) 异型烟囱筒身设计、施工关键技术研究	43
围填粉砂场地实现无围护降水和基坑开挖	48
输变电工程项目现场质量管理标准体系	53
1000kV 交流同塔双回输电线路杆塔研究	58
±800kV 直流输电线路防振防舞研究	61
节能型数字化蒙自地下变电站示范应用研究	64
中重冰区输变电工程抗冰设计参数优化及通用设计研究	74
风电场中调数据远传系统	90

二 等 奖

洞内长距离骨料输送系统施工技术研究	97
复杂地下洞室群安全监测信息管理与预测系统研究与应用	99
57MW 超大型灯泡贯流式水轮发电机组安装技术研究	106
宜兴抽水蓄能电站引水系统钢岔管创新关键技术研究	113
大型抽水蓄能电站首机首次启动试验方式研究	123
江苏宜兴抽水蓄能电站地下厂房开挖与施工稳定性研究和对策	127

大断面地下矩形调压室在崖羊山水电站的研究与应用	135
ZDC813 电动振捣车	138
光纤温度传感技术在超长混凝土面板堆石坝渗漏探测中的应用研究	143
碾压混凝土大坝监测仪器改造及埋设方法研究	145
小湾水电站缓倾角全断面长斜井滑模施工技术研究	147
混凝土面板堆石坝垫层区移动边墙填筑施工技术	150
锚索张拉自动监控系统	153
抽水蓄能基建工程管理信息系统研究与开发	156
全数字近景摄影测量在水利水电工程中的应用及其推广	161
超大矩形调压室中工程安全及安全生产课题研究应用	163
崖羊山水电站引水隧洞过冲沟特殊地质条件段施工技术	166
软弱低渗透地层补强加固水泥化学复合灌浆处理技术研究	168
京沪高铁灰岩地区冲击钻钻孔及溶洞处理关键技术研究与应用	171
水工自密实混凝土研究与应用	179
WB36 钢焊接性及国产焊材 KJ36 的应用研究 (略)	
燃煤电站锅炉炉顶密封新工艺的开发与应用	181
全膜水处理新技术在火电行业中的创新设计与应用	184
基于 DSP 的汽轮发电机转子匝间短路故障动态监测系统的研制	190
大型发电机定子绕组老化鉴定试验方法的研究	194
大容量锅炉无油点火启停的研究	197
大型循环流化床锅炉发电机组 RB 试验的研究与应用	200
减小 P92 钢焊后热处理内外壁温差的工艺研究与应用	210
深基坑、高水位、高渗透性地质条件下的降水施工	215
混凝土结构实体强度试验研究	219
390MW 级燃气—蒸汽联合循环机组 APS 技术的研究及应用	223
两炉一塔的烟塔合一技术在辽宁大唐国际锦州热电有限责任公司 2×300MW 机组的应用	226
1000MW 机组灰渣系统远程监控技术的研究与应用	231
1000MW 超超临界机组控制策略的完善与优化	235
现场总线控制系统在国内首台百万千瓦超超临界燃煤机组的全面应用	243
烟囱钢内筒泡沫玻化砖防腐内衬系统	250
软土地基沉井下沉过程中嵌套桩基保护技术	257
A335P92 钢管件国产化研究	266
圆形导料溜槽数值模拟研究	269
正压气力输渣系统的开发与应用	272
大坡度盾构隧道优化设计与施工技术	275
上海漕泾电厂 (2×1000MW) 工程 120m 直径整体式预应力圆形煤场设计、 施工关键技术研究	279

国产首座 2×1000MW 超超临界塔式锅炉燃煤电站安装调试技术的研究和应用	283
海滩渣场建设大型火力发电厂技术	292
大容量火电机组直供电技术的研究和应用	300
新一代多功能电力系统监测技术研究及装置研制	304
1000MW 等级机组高压厂用电系统厂用 6kV 一级电压技术	307
继电保护二次回路反措施实施方案制定与相关技术问题的研究	310
重型起重运输技术的研究与应用	314
南方电网工程施工工艺控制规范	324
输电线路工程索道运输标准化研究	326
750kV 同塔双回紧凑型输电线路相间间隔棒配置及机电特性试验研究	344
隧道内 500kV 电缆中间接头环境控制系统的研发	347
1000kV 特高压输电线路采空区基础倾斜及沉降铁塔应力分析	349
特高压交流线路大跨越导地线及 OPGW 微风振动防振试验研究	351
耐候型钢及冷弯型钢在输电铁塔中的应用研究	354
750kV 同塔双回紧凑型输电线路导线舞动及脱冰跳跃抑制措施研究	358
特高压交流试验示范工程杆塔真型试验研究	361
海上高塔组立施工关键技术的研究及应用	364
输电线路导线与铁塔耦合振动研究	380
1000kV 交流特高压同塔双回线路杆塔风振及控制研究	383
1000kV 交流同塔双回输电线路杆塔研究	386
±800kV 换流站换流变压器安装工艺研究与应用	389
维迈航测设计系统在电力工程应用研究	395
风电远程控制中心建设的探讨	402

下 册

三 等 奖

溢洪道溢流面无裂缝快速施工技术研究及应用	407
崖羊山面板堆石坝冲积层坝基防地震液化处理措施	411
崖羊山面板堆石坝坝体分区及坝体强排水	417
土卡河水电站新型掺合料混凝土研究与应用	422
瀑布沟水电站标识系统 (PPIS)	424
小湾水电站导流洞下闸封堵技术研究与实践	426
发电机组事故停机电源系统优化研究及应用	430
气力输送试验研究实验室能力完善与提升	434
大型火电机组基建期经济性优化研究	437
沿海滩涂大型风电场施工技术研究及应用	441
热力管系风险评估系统研究	456

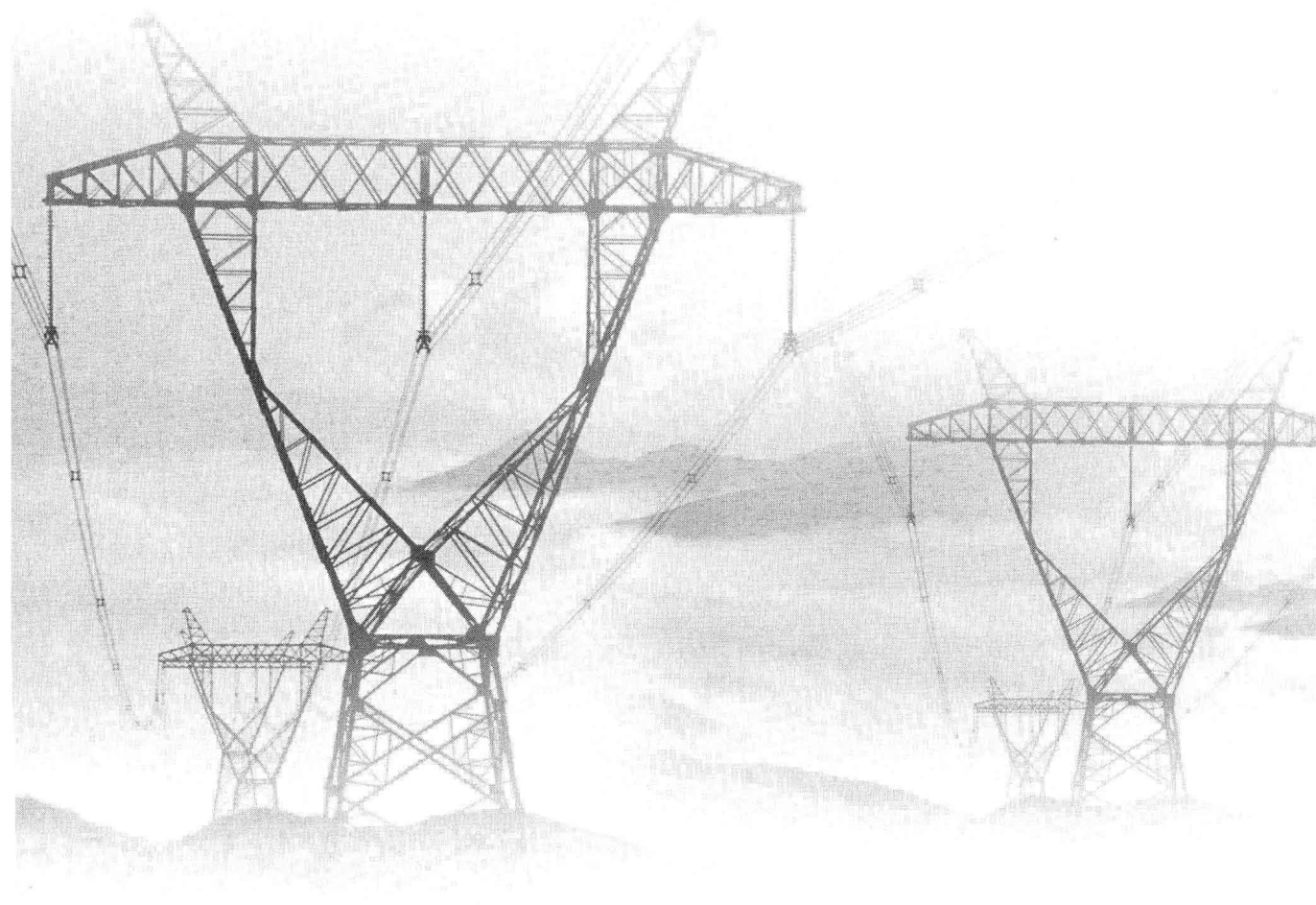
中水处理关键设备——振动料斗·····	459
超声波鉴定汽轮机高温螺栓晶粒级别方法研究·····	461
工程造价管理系统开发及应用·····	466
输送带丝网产品的研制·····	473
大型火电机组锅炉冷灰斗整体组合吊装工艺研究·····	475
大机组厚壁管道与主要转动设备零应力接缸施工技术·····	479
600MW 机组布袋除尘器施工技术·····	481
大容量(600~1000MW)超超临界火力发电机组 SA335—P92 新钢种的焊接工艺 试验及应用研究·····	486
电站建设焊接管理信息系统·····	488
烟囱筒壁施工 10.8m 平台组装方案制定与实施·····	490
催化柠檬酸用于电站锅炉清洗技术研究·····	492
大型发电机线圈端部模态分析及数据库建立的研究·····	495
循环水阻垢剂对混凝效果的影响·····	498
国产首台水冷炉排秸秆直燃锅炉的调试与运行研究·····	501
河北南网循环水监督及节水技术综合研究·····	504
高合金钢焊接充氩工具研究与应用·····	507
1089t/h 循环流化床发电机组协调控制策略优化及应用·····	509
锅炉酸洗整炉酸洗液放空水冲洗工艺的研究及其应用·····	521
电厂空冷柱表面新工艺·····	525
SA335—P92 管道埋弧自动焊新工艺研究·····	529
300MW 循环流化床空冷机组的启动调试技术研究及控制策略的优化应用·····	532
超超临界机组重要承压管道新型铁素体耐热钢焊接技术及应用研究·····	536
风电场施工技术·····	543
EDTA 低温清洗工艺在 1000MW 燃煤机组上的创新·····	549
低加疏水泵技术在国产优化型 600MW 机组的成功应用·····	554
超(超)临界锅炉炉水循环泵电机腔室温升异常的处理方法及应用·····	558
ZLJ15 型高精度真空滤油机的开发及应用·····	562
超超临界锅炉受热面壁温监控技术的研究和应用·····	568
1000MW 工程地下金属构筑物阴极保护技术·····	577
湖北华电西塞山发电有限公司 2×600MW 级机组工程清水混凝土施工工艺的 研究与应用·····	581
现场型混凝土试块标准养护室的改进·····	597
优化的索道运输系统·····	610
750kV 电抗器抗振动技术的研究·····	614
大型枢纽变电站施工新技术的研究与应用·····	618
考虑谐波和负序因素的输电损耗及其经济性分析·····	623
输电线路抢修技术及工器具研究·····	625

500kV 变电站高压电抗器回路隔离开关斜向布置	630
基建工程现场施工状态管理系统研究与应用	634
220、110kV 支持管母线轴向阶梯布置方式	637
航空遥感影像三维辅助设计系统	641
统一线路金具技术标准规范研究——220kV 架空输电线路典型塔部分	645
输电线路张力架线用张力机通用技术条件	647
±800kV 直流输电工程定额与费用计算标准	655
“直掏斜插式掏挖基础”在高压输电线路工程中的应用	657
SF ₆ 气体绝缘金属封闭管道母线施工技术	668
原位带电提升线路杆塔技术研究	671
具有过载保护功能机动绞磨的研究与应用	673
特高压工程重大件设备运输安全与技术导则	676
快捷式弹性电缆附件	679
特高压交流线路组塔工艺研发及实施	681
引绳张力展放“绕牵法”施工工艺	685
500kV 江阴长江大跨越工程导线、地线防振试验研究	690
特高压交流试验示范工程线路材料质量评估与分析	693
±500kV 直流输电线路工程沙漠地区基础试验研究	695
可拆卸式全钢瓦楞结构架空导线交货盘工程应用研究	698
郑州东 500kV 变电站工程创优标准化管理研究与应用	701
超高压输电线路耐张四联串整体更换装置	708
拉森钢板桩基坑支护质量安全监理控制过程的实践与探讨	714
带电跨越施工技术应用研究	720
架空输电线路工程无跨越架不停电跨越架线技术	725
GIS 及罐式开关交流耐压试验放电故障定位器	731
直升机展放引导绳施工工艺推广应用	735
2×“一牵3”张力放线施工工艺研究及应用	743
飞行动力伞在电力线路建设中的应用与推广	747
输电铁塔新型 Q460 钢焊接性及焊接工艺研究	754

中国电力建设科技成果专辑

(2010年度)

一等奖



高寒地区高拱坝冬季施工综合技术研究与应用

中国水利水电第四工程局有限公司

党存文 汪文生 王裕彪 李 琪 杨晓伟
吴志刚 李蒲健 杨 昆 代晓宁 邹良智

1 成果的主要用途、技术原理

1.1 主要用途

通过对混凝土原材料、配合比、冬季施工工艺、封拱灌浆、温控防裂及施工管理等技术的系统研究与实践，有效地解决了传统冬季施工进度慢、施工成本高的难题，总结出了一套科学合理的高寒地区高拱坝冬季快速、安全、优质的施工技术措施。

1.2 技术原理

1.2.1 高寒地区高拱坝混凝土原材料及配合比试验

针对拉西瓦坝址区特殊的地理环境、气候条件，为满足高寒地区施工混凝土的性能指标，便于生产和质量控制，对混凝土的原材料、配合比进行了可行性试验、研究和反复论证，最终通过水泥水化热试验方法（直接法）、最大振实容重和最小空隙率等方法，确定了拉西瓦水电站原材料采用中热 42.5 级硅酸盐水泥、连城 I 级粉煤灰、天然骨料（最优级配比例分别为：①砂 $FM=2.6\sim 2.8$ ；②二级配：小石:中石=40:60；③三级配：小石:中石:大石=30:30:40；④四级配：小石:中石:大石:特大石=20:20:30:30）和 ZB—1A 高效减水剂及 DH9 引气剂进行联掺。配合比设计技术路线采用“两低三掺”的技术方案，从而达到了有效降低混凝土温升、提高混凝土抗裂和耐久性能的目的。同时，通过对“保持混凝土含气量提高耐久性”技术方案的试验研究，研发了 WQ—X 型稳气剂，降低了施工过程中混凝土的含气量损失，提高了混凝土的工作性及耐久性。

1.2.2 高寒地区高拱坝冬季施工工艺的研究及应用

拉西瓦水电站地处西北青藏高原，坝高库大，主坝混凝土强度等级较高，骨料为砂岩，线膨胀系数大，混凝土自生体积变形为收缩型，冬季气候寒冷、干燥、早晚温差大，寒潮频繁且冬季施工期长，为了有效保证冬季混凝土施工质量，加快冬季施工进度，拉西瓦水电站采用了三维有限元温控计算程序，按照理论分析—数值仿真—经验判断的技术线路，对混凝土施工期温度场及温度应力进行全过程仿真分析计算，对影响混凝土温度应力的主要温控措施进行了敏感性分析，最终提出了符合拉西瓦工程实际的冬季施工温控技术要求。同时，中国水利水电第四工程局有限公司根据温控技术要求，采用了一系列的施工措施，这些措施在拉西瓦水电站主坝冬季不间断施工中保证月浇筑强度 6.83 万 m^3 /月、加快施工进度、保证施工质量等方面取得了良好的效果。

1.2.2.1 混凝土的生产温度

混凝土拌制中采用了骨料二次预热、加热水拌和，保证了出机口温度不低于 12℃。



1.2.2.2 混凝土运输保温

在运输过程中对运输设备采用了橡塑保温海绵封闭保温,并对各混凝土运输过程进行了严格控制,加快了混凝土输送速度,确保了混凝土入仓温度不低于 8°C 。

1.2.2.3 混凝土成型现场温控措施

拉西瓦工程坝址区每年 10 月下旬至翌年 3 月中旬,日平均气温低于 5°C ,大坝混凝土进入冬季施工。当日平均气温 $-10^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq 5^{\circ}\text{C}$ 时,采用蓄热法施工。当日平均气温在 $-10^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq -25^{\circ}\text{C}$ 时,采用综合蓄热法新工艺进行施工。

综合蓄热法包括对模板周边部位采用搭设简易保温篷升温及仓号中间部位采用电热毯升温。施工方法如下:

(1) 坝前、坝后及横缝模板周边部位升温。坝前、坝后及横缝模板在 $3\sim 4\text{m}$ 范围内沿上下游面弧线及横缝方向采用彩条布搭设简易保温篷,将彩条布上口固定在悬臂模板上,下口采用重物压实固定,使悬臂模板在 $3\sim 4\text{m}$ 范围内形成三角封闭区域,即形成了简易三角保温篷,并在相应仓号四周拐角处各布置 $1\sim 2$ 台暖风机,将暖风机主管引入临时保温篷内,对各模板进行整体升温,风管引入时尽量平顺,减少弯头,以利于提高供热效能。

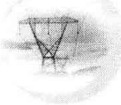
(2) 仓号中间部位采用电热毯升温。采用工程电热保温毯进行仓面混凝土的升温,根据所要求保温的部位,将保温区域清理干净(混凝土面不得有水),将电热毯展开平铺在施工面上,相邻两块搭接 $3\sim 5\text{cm}$,接通电源后,使保温面温度逐渐升高。使用过程中要特别注意运输移动,不允许在地面拖拉、折叠,以免划破、拉伤使线路断路或短路造成事故。

(3) 仓号浇筑过程中的蓄热保温。在仓号浇筑混凝土过程中,采用一边揭除保温被一边浇筑的方法。浇筑完毕的每一胚层混凝土及时覆盖新型保温被进行保温。同时,在浇筑过程中始终保持暖风机对保温篷的暖气输送,使模板保持一定的温度,利用钢制模板良好的导热性能,对周边浇筑混凝土传热,以达到周边混凝土保温的目的。

通过在拉西瓦水电站 7、17 号坝段所埋设 8 支温度计对综合蓄热法的检测结果显示,在浇筑过程中,模板周边 1cm 混凝土的最低温度为 8.9°C ,平均温度为 16.2°C 。通过以上实测数据可知,综合蓄热法施工工艺过程满足温控技术要求的各项指标。图 1 为综合蓄热法在工程建设中的应用现场施工图。



图 1 综合蓄热法在工程建设中的应用



1.2.3 高寒地区高拱坝封拱灌浆的研究及应用

在拱坝设计中,封拱温度场是拱坝温度荷载计算的起点,因此,确保接缝灌浆时坝体温度达到设计封拱温度是十分重要的。为了满足这一要素,拉西瓦水电站采用有限元仿真分析方法对封拱灌浆进行了研究分析。主要研究措施为:

- (1) 降低灌浆水冷温度对夏季灌浆区温度应力的影响;
- (2) 延长盖重冷却时间对夏季灌浆区温度应力的影响;
- (3) 进一步加强表面保温对夏季灌浆区温度应力的影响;
- (4) 加强表面混凝土灌浆水冷对夏季灌浆区温度应力的影响;
- (5) 盖重冷却区温度提高对坝体温度应力的影响;
- (6) 减小盖重冷却区厚度对坝体温度应力的影响。

并根据研究数据分析,在高寒地区高拱坝封拱施工中,采用了加强表面保温和对每年6~9月间进行接缝灌浆的灌区坝体表面采取15cm挤塑苯板加厚保温措施;加强了表层混凝土冷却、运用表层洒水喷雾措施,有效地降低了表层混凝土的温差荷载,进而减小了表面高应力;采用了盖重区分梯度冷却措施,即盖重区自下而上分为下(0~3m)、中(3~6m)和上(6~9m)三个单层,每个单层将盖重区冷却目标温度在设计标准的基础上分别增加了1、2、3℃。这些措施的实施,实现了高寒地区高拱坝全年封拱灌浆的施工,保证了高寒地区高拱坝全年不间断施工的施工质量和进度。

1.2.4 高寒地区高拱坝温控防裂的研究

在施工期和运行期,大体积混凝土结构中通常会由于温度的变化产生很大的拉应力;而混凝土是一种脆性材料,抗拉强度仅是抗压强度的1/10,如果不采取措施将温度变化所引起的拉应力限制在设计允许范围内,在大体积混凝土结构中将出现不同程度的裂缝。为了有效地避免和限制大体积混凝土中裂缝的产生,温度控制具有重要意义。对于地处寒冷地区的拉西瓦水电站如何满足冬季施工期混凝土的温控要求、防止表层及深层产生裂缝也是研究和试验的重要环节,因此,主要从下列措施入手。

- (1) 优化混凝土配合比,提高混凝土抗裂能力。

极限拉伸值是衡量混凝土抗裂性能的重要指标。拉西瓦水电站在配合比优化中采用“两低三掺”的技术方案,从而达到有效降低混凝土的温升,提高混凝土的抗裂性能、耐久性能,特别是抗冻性和极限拉伸值。同时,加强施工管理,提高施工工艺,改善混凝土性能,在冬季施工时,采用骨料二次预热,热水拌和,保温快速运输,仓面机械化作业,内贴式保温工艺及综合蓄热法措施,以控制混凝土出机口温度达到8~15℃,浇筑温度达到5~8℃。同时对混凝土原材料掺用适当的外加剂,使混凝土缓慢冷却,在受冻前达到规范所要求的混凝土强度。

- (2) 确定合理的浇筑层厚及间歇期。

在主坝施工中,为了有效降低混凝土的温升,提高混凝土的抗裂性能,主坝采用薄层短间歇连续浇筑,以利层面散热,即基础约束区为1.5m/层;脱离基础约束区3m/层;同时,对于约束区及非约束区层间间歇时间控制在5~7天,低温区取下限。

- (3) 优化坝体冷却水管布置方式及冷却系统。

为了防止裂缝,对坝体冷却水管的布置形式进行了优化,优化后的冷却水管埋设方式为:基础约束区按1.5m(浇筑层厚)×1.0m(水管间距)布置,脱离约束区按1.5m(浇筑层厚)

×1.5m (水管间距) 布置, 距上、下游坝面为 0.6m, 距横缝面、坝内孔洞为 1.0m, 单根循环水管长度不大于 250m。同时, 采用了小体积大容量低温 (3℃) 闭式循环移动式冷水机组, 满足了设计封拱温度 7℃ 的要求, 实现了大坝冷却系统自动化。

(4) 通过坝体通水冷却来降低混凝土内外温差。

为了有效降低混凝土内部最高水化热温升, 保证混凝土内部最高温度不超标, 使混凝土内外温差控制在设计要求的范围之内, 拉西瓦水电站大坝主体工程大体积混凝土采用通水冷却技术, 即初期通水冷却、中期通水冷却及后期通水冷却。

(5) 进行永久外露面表面保护及侧面、上表面临时保护。

拉西瓦水电站大坝混凝土永久外露面保温材料采用挤塑型聚苯乙烯保温材料。为了保证主坝混凝土不间断施工, 降低混凝土表面的内外温差, 保持混凝土表面温度, 防止产生裂缝, 拉西瓦水电站主坝冬季施工期, 坝体永久面采用了“内贴式”保温方式, 其他施工期采用“外挂式”保温方式。侧面及上表面采取临时保温方式, 保温材料采用玻璃棉保温被或聚氯乙烯卷材。

(6) 采用了高拱坝陡坡有盖重固结预埋灌浆管施工工艺。

目前国内高拱坝陡边坡固结灌浆一般是在有混凝土盖重的情况下进行钻灌施工, 直接制约坝体混凝土连续浇筑时间, 进而影响坝体的上升速度; 而且对混凝土内预埋的冷却水管、仪器及引线、接地、止浆体等预埋件容易造成损坏, 从而对主坝的施工质量产生负面的影响, 因此, 为了保证混凝土施工质量及施工进度, 拉西瓦拱坝陡边坡固结灌浆采用无盖重及有盖重预埋灌浆管法相结合方式进行施工, 见图 2, 有盖重固结预埋灌浆管法取消了混凝土钻孔作业, 对坝体混凝土的正常温控、正常检测等不存在负面影响, 也不存在这方面的修复成本; 并促进了边坡坝段及整个坝体的混凝土浇筑进度, 防止了由于固结灌浆施工引起的所有弊端, 解决了边坡坝段混凝土浇筑滞后及各坝段高差超标等重大技术难题。

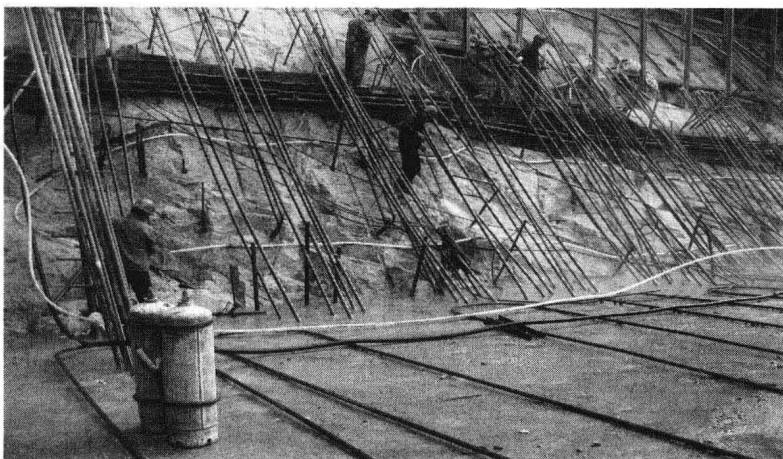


图2 高拱坝陡坡有盖重固结预埋灌浆管施工工艺在工程建设中的应用

1.2.4.1 工艺特点

有盖重固结预埋灌浆管安装及加固简便易行。和传统的混凝土钻孔灌浆法相比具有以下主要优点: ①取消了混凝土钻孔作业, 节省混凝土钻孔工程量; ②对混凝土内预埋件不损坏,